

## Analisis Morfologi Selulosa Kristalin Serbuk Kayu Belian (*Eusideroxylon Zwageri*)

Jimmy<sup>1)\*</sup>, Mariana B.Malino<sup>1)</sup>, Berlian Sitorus<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak

\*Email : jimmy\_13@gmail.com

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk menganalisis morfologi selulosa kristalin hasil sintesis dari serbuk gergaji kayu belian (*Eusideroxylon Zwageri*). Selulosa kristalin diperoleh melalui proses ekstraksi, *bleaching* dan hidrolisis. Proses hidrolisis disertai dengan sonifikasi dan sentrifugasi dengan memvariasikan kelajuan sentrifugasi adalah untuk mempelajari pengaruh kelajuan sentrifugasi terhadap ukuran kristalin yang terbentuk. Berdasarkan analisis SEM, morfologi selulosa kristalin yang dihasilkan berupa fiber dengan ukuran partikel rerata adalah 14,27  $\mu\text{m}$  untuk kelajuan sentrifugasi 3.500 rpm dan 13,71  $\mu\text{m}$  untuk kelajuan sentrifugasi 4.500 rpm.

**Kata kunci:** Analisis morfologi, Kayu belian, Selulosa kristalin, Sentrifugasi, Sonikasi

### 1 Latar Belakang

Selulosa alfa ( $\alpha$ -selulosa) merupakan polimer selulosa dengan berat rerata molekul yang lebih besar dan lebih stabil jika dibandingkan dengan selulosa yang lain (Brady, 1971).  $\alpha$ -selulosa umumnya ditemukan berbentuk kristalin karena memiliki keteraturan susunan antar gugus anhydro-D-glucopyranose (AGU).  $\alpha$ -selulosa terletak pada bagian sel lignin kayu, berwarna putih, tidak dapat larut dalam air dan dapat difiltrasi untuk memproduksi kertas ataupun polimer selulosik (Lawal dan Ugheoke, 2003). Pemecahan sel lignin dapat dilakukan dengan cara pengasaman yang akan mengakibatkan hidrolisis pada sel lignin (Yue, 2010).

Kandungan  $\alpha$ -selulosa banyak ditemukan pada kayu berbatang keras yang kaya akan kandungan lignin seperti pada kayu belian. Kayu belian (*Eusideroxylon zwageri*) sebagai salah satu tumbuhan endemik yang ada di Kalimantan Barat memiliki kandungan selulosa sebesar 58,1%, kandungan lignin sebesar 28,9% dan kandungan hemiselulosa sebesar 30%. Kandungan lignin pada kayu belian relatif lebih banyak jika dibandingkan dengan kayu berbatang keras lain, seperti jati yang memiliki kandungan lignin sebesar 28% dan kayu sengon yang memiliki kadar lignin 25,7% (Ragaukas, dkk., 1996) sehingga kayu belian lebih produktif untuk digunakan sebagai sumber selulosa kristalin.

Selulosa kristalin dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti dalam bidang industri dan pangan. Di bidang pangan, selulosa kristalin dapat digunakan sebagai pembungkus makanan yang ramah lingkungan. Di bidang industri selulosa kristalin dapat digunakan sebagai pengganti material pengisi *carbon black* yang umum digunakan sebagai bahan isian ban kendaraan (Kamel, dkk., 2010).

### 2 Metodologi

#### Material dan Peralatan

Serbuk kayu belian (*Eusideroxylon Zwageri*) diperoleh dari penggergajian kayu di jalan Adisucipto Pontianak, sedangkan bahan lainnya adalah sodium hidroksida PA (NaOH), sodium hipoklorit teknis (NaClO, 5,25%), sodium sulfida PA (Na<sub>2</sub>S) dan asam sulfat PA (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 64%). Peralatan utama yang digunakan adalah sonikator Branson 3350A (42 KHz), sentrifugator dan gelas-gelas kimia.

#### Preparasi

Sampel kayu belian dicuci, dihaluskan menggunakan *grinder* dan diayak.

#### Ekstraksi dan Bleaching Serbuk Gergaji

Serbuk kayu belian direndam dalam benzena dan alkohol (1:2) selama 4 jam sambil diaduk lalu dioven pada suhu 80 °C kemudian diturunkan menjadi 40 °C untuk mengeringkan sampel. Sampel kemudian dicuci menggunakan akuades lalu dilarutkan dalam campuran NaOH dan Na<sub>2</sub>S selama 30 menit, kemudian dilarutkan dalam NaClO 5,25% sebanyak 2 kali.

#### Hidrolisis Serbuk Gergaji

Sampel yang sudah di-*bleaching* direndam dalam asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 64%, 8,75 mL/g, 45 °C) selama 30 menit, dikeringkan dan disentrifugasi selama 30 menit. Sampel yang telah disentrifugasi kemudian disonifikasi di dalam *icebath* selama 30 menit. Sampel yang telah disonifikasi kemudian disimpan dalam *freezer* pada suhu 3 °C selama 24 jam kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C.

#### Karakterisasi Sampel

Sampel selulosa kristalin dikarakterisasi menggunakan metode SEM untuk melihat ukuran kristalin yang terbentuk. Ukuran sampel kristalin dapat ditentukan dengan mengkonversi satuan piksel menjadi satuan  $\mu\text{m}$ .

### Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk menentukan apakah sampel yang disintesis dengan kelajuan sentrifugasi 4.500 rpm memiliki diameter yang lebih kecil daripada sampel dengan kelajuan sentrifugasi 3.500 rpm. Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan metode uji statistik T sesuai dengan persamaan 1.

$$T = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \dots (1)$$

Hipotesis yang diujikan dalam penelitian ini adalah:

$H_0$ = nilai rerata diameter dari sampel yang disentrifugasi dengan kelajuan 3.500 rpm tidak berbeda dengan yang disentrifugasi dengan kelajuan 4.500 rpm.

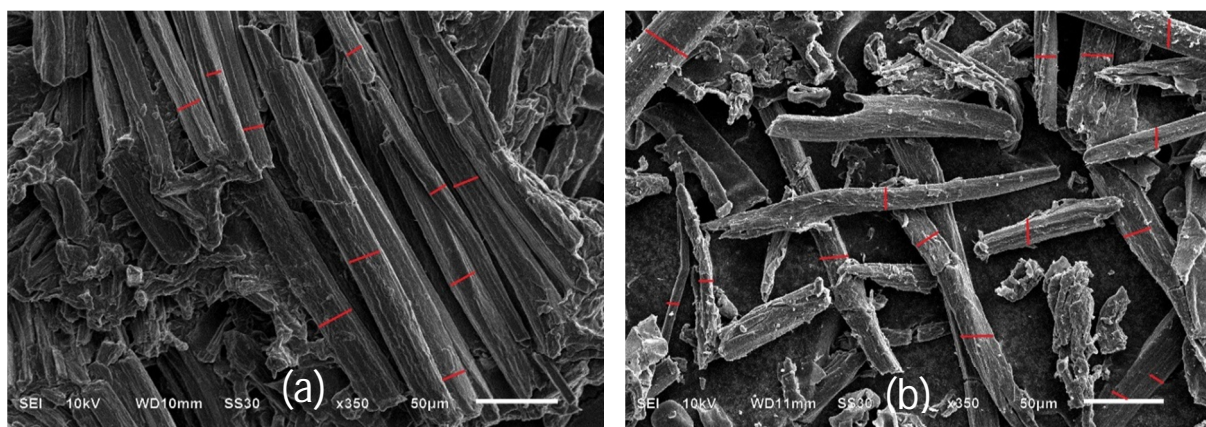
$H_1$ = nilai rerata diameter dari sampel yang disentrifugasi dengan kelajuan 4.500 rpm lebih kecil daripada sampel yang disentrifugasi dengan kelajuan 3.500 rpm.

### 3 Hasil dan Pembahasan

Perendaman sampel dalam larutan  $\text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}$  dilakukan untuk melepaskan lignin yang terdapat pada kayu belian. Lignin cenderung untuk terlarut pada garam alkalin. Tujuan penambahan  $\text{NaOH}$  pada  $\text{Na}_2\text{S}$  adalah untuk menaikkan pH garam alkalin sehingga dapat melarutkan lignin yang terkandung pada serbuk kayu belian. Selain itu, perendaman juga bertujuan agar tidak terjadi penggumpalan pada sampel kayu. Perendaman sampel menggunakan  $\text{NaClO}$  merupakan proses *disinfectant* pada sampel serta untuk membersihkan sisa lignin dari sampel. Larutan  $\text{NaClO}$  merupakan larutan yang bersifat oksidator yang akan

mengoksidasi kotoran organik yang melekat pada sampel kayu berupa pigmen warna alami.

Kadar larutan asam sulfat yang digunakan adalah 64%. Nilai kadar 64% dipilih karena berada pada perbandingan 2:3 pada mana angka ini berada diatas dari nilai tengah dari kadar asam, namun masih dibawah dari kadar pekatnya. Kadar asam sulfat yang terlalu rendah tidak dapat merusak sel lignin, sedangkan kadar asam berlebih dapat mengakibatkan kerusakan sel selain sel lignin. Pada proses hidrolisis, asam sulfat akan merusak sel lignin yang terdapat pada serbuk kayu belian. Selulosa yang dikehendaki yakni  $\alpha$ -selulosa yang berbentuk kristalin berada di dalam sel lignin sehingga sel lignin perlu dirusak untuk mengisolasi selulosa yang terdapat di dalam lignin. Proses sentrifugasi, pada kelajuan 3.500 rpm, dan 4.500 rpm bertujuan untuk melakukan diferensiasi massa pada sampel sehingga sampel dengan kerapatan besar dapat terpisah dari sampel dengan nilai kerapatan yang lebih kecil. Diferensiasi massa dapat terjadi karena ada percepatan sentrifugal yang bekerja pada sistem. Selama proses sonifikasi, bak air untuk sonifikasi dapat menjadi panas. Hal ini terjadi karena air yang merupakan media bak sonifikasi juga terpengaruh oleh gelombang ultrasonik. Frekuensi getaran ultrasonik cukup untuk menggetarkan molekul antar air, sehingga beresonansi dan menjadi panas. Agar tidak terjadi pemanasan berlebih pada sampel, bak air untuk sonifikasi ditambahkan dengan es. Tujuan sonifikasi sampel adalah untuk membantu proses diferensiasi massa dari sampel Selain itu juga bertujuan untuk memberikan tambahan energi pada partikel sampel untuk mengkonfigurasi ulang ikatan susunan rantai pada selulosa sehingga memungkinkan peningkatan kristalinitas.



Gambar 1. Hasil karakterisasi selulosa kristalin dari kayu belian pada kelajuan rpm tertentu. (a) pada kelajuan 3.500 rpm. (b) pada kelajuan 4.500 rpm.

Tabel 2. Tabel ukuran selulosa kristalin pada kelajuan sentrifugasi 3.500 dan 4.500 rpm

Kelajuan (rpm)	Minimum ( $\mu\text{m}$ )	Maksimu m ( $\mu\text{m}$ )	Rentang ( $\mu\text{m}$ )	Rerata ( $\mu\text{m}$ )
3.500	12	17,14	5,14	14,71
4.500	9,14	17,71	8,57	13,47

Berdasarkan hasil karakterisasi SEM diketahui bahwa bentuk selulosa kristalin yang dihasilkan berbentuk fiber. Hal ini dapat terlihat dari ukuran panjang fiber yang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan ukuran diameternya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa seiring dengan kenaikan kelajuan sentrifugasi, ukuran selulosa kristalin yang dihasilkan cenderung semakin mengecil. Hal ini berhubungan dengan percepatan sentrifugasi yang dialami oleh sistem. Percepatan sentrifugal akan memberikan gaya tarik pada oligomer yang terdapat pada polimer selulosa kristalin untuk bergerak menuju sumbu putar sentrifugator. Besar percepatan sentrifugal yang dialami oleh polimer akan bergantung pada fungsi densitas. Semakin besar densitas dari polimer maka percepatan sentrifugal yang dialami oleh polimer akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan oleh ukuran diameter fiber yang dihasilkan memiliki beberapa variasi pada diameternya. Nilai kerapatan polimer bergantung pada berat molekul monomer dan banyaknya satuan pengulangan dari monomer. Semakin banyak pengulangan monomer dalam suatu polimer, semakin besar densitas polimer. Densitas yang semakin besar membuat percepatan yang dialami polimer selama sentrifugasi menjadi lebih kecil sehingga semakin sedikit oligomer yang dapat terurai.

Pada kelajuan sentrifugasi 3.500 rpm, nilai diameter fiber yang dihasilkan lebih besar dari fiber pada kelajuan 4.500 rpm. Hal ini sesuai dengan teori bahwa untuk kelajuan yang semakin besar maka percepatan yang dialami oleh sistem akan semakin besar, sehingga semakin banyak oligomer yang dapat ditarik dan melepaskan diri dari rantai panjang polimer. Oligomer yang terlepas dari rantai polimer berhubungan dengan diameter fiber. Semakin banyak oligomer yang terlepas selama proses sentrifugasi, semakin kecil diameter fiber yang dihasilkan.

Untuk mengetahui apakah selulosa kristalin yang dihasilkan pada 4.500 rpm memiliki perbedaan diameter dengan selulosa kristalin yang dihasilkan pada kelajuan 3.500 rpm, maka

dilakukan pengujian dengan menggunakan metode uji statistik T. Nilai  $\bar{X}$  sebesar 14,71  $\mu\text{m}$  diperoleh dari rerata diameter selulosa kristalin yang dihasilkan dengan kelajuan sentrifugasi 3.500 rpm,  $\mu$  sebesar 13,47  $\mu\text{m}$ , S sebesar 2,88 dan n sebanyak 10 data yang diperoleh dari sampel dengan kelajuan sentrifugasi 4.500 rpm. Berdasarkan pada nilai tersebut, diperoleh nilai T sebesar 1,337 yang lebih besar dari nilai  $\alpha$  0,1 dengan 10 buah derajat yang bernilai sebesar 1,37. Hal ini menunjukkan hipotesis yang menyatakan bahwa sampel yang disentrifugasi dengan kelajuan 4.500 rpm memiliki diameter yang lebih kecil dari sampel yang disentrifugasi dengan 3.500 rpm dapat diterima dengan taraf kepercayaan 90%. Berdasarkan pada pengujian hipotesis tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi kelajuan sentrifugasi mengakibatkan perubahan pada diameter fiber.

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan karakterisasi SEM, bentuk selulosa kristalin yang dihasilkan berbentuk fiber.
2. Berdasarkan uji statistik T, dapat disimpulkan bahwa ukuran selulosa kristalin cenderung mengecil seiring dengan kenaikan kelajuan sentrifugasi.
3. Berdasarkan analisis SEM, morfologi selulosa kristalin yang dihasilkan berupa fiber dengan ukuran partikel rerata adalah 14,27  $\mu\text{m}$  untuk kelajuan sentrifugasi 3.500 rpm dan 13,71  $\mu\text{m}$  untuk kelajuan sentrifugasi 4.500 rpm.

#### 5 Daftar Pustaka

- Brady, G.S., 1971. *Material Handbook*. Mc. Grawhill book. New York
- Kamel, S. N., Ali, K. J., S. M. Shah, A. A. El-Gendy. 2008. *Pharmaceutical significance of cellulose: A review*. Express Polymer Letters Vol. 2, No.11 758-778
- Lawal, S. A., Ugheoke, B. I., 2003. *Investigation of Alpha cellulose Content of Agro-Waste Products as Alternative for Paper Production*. Department of Mechanical Engineering, Federal University Of Technology Minna, Nigeria
- Ragaukas, Arthur J, Peter M. Froas, Jiang jian-er. 1996. *Chemical Structure of Residual lignin From Kraft Pulp*. Journal of Wood Chemistry and Technology vol.4, No.16 347-365

Yue, Y., 2007. *A Comparative Study Of Cellulose I and Cellulose II Fibers and NanoCrystals*. B.S., Heilongjiang Institute of Science and Technology (tesis)